

Pflanzen ernähren die Welt: Die biologischen, historischen und wirtschaftlichen Grundlagen

DIETMAR BRANDES

Institut für Pflanzenbiologie der Technischen Universität Braunschweig,
Mendelssohnstraße 4, D-38106 Braunschweig

Vorbemerkung

Die gemeinsame Vortragsreihe von Braunschweigischer Wissenschaftlicher Gesellschaft, Julius-Kühn-Institut (JKI) und Technischer Universität Braunschweig beschäftigte sich mit der eminent wichtigen Aufgabe, die Ernährung der Menschheit zu sichern – auch vor dem Hintergrund steigender Bevölkerungszahlen und sehr endlicher Anbauflächen. Gerade in der Braunschweiger Region ist die Forschungskompetenz auf den Gebieten der Lebens-, Umwelt- und Agrarwissenschaften sehr hoch. Wir haben daher das Rahmenthema der „Woche der Botanischen Gärten 2014“ gern aufgegriffen, da es sich um eines der wichtigeren Themen für die Zukunft der Menschheit handelt.

Photosynthese als biochemisch wichtigste Reaktion

Die Bedeutung der grünen Pflanzen für das heutige Leben kann kaum überschätzt werden:

- Grüne Pflanzen nutzen das Licht der Sonne aus ca. 150 Millionen km Entfernung
- Photosynthese ist der wichtigste biochemische Prozess auf der Erde
- Menschen und Tiere sind als heterotrophe Organismen direkt und/oder indirekt (über Nahrungsketten bzw. Nahrungsnetze) von der CO_2 -Assimilation der Pflanzen abhängig
- Erst durch die oxygene Photosynthese entstand eine sauerstoffhaltige Atmosphäre sowie der Ozonschild
- Pflanzen können daher als Motor angesehen werden, der alles vorantreibt.

Auf die Einzelheiten der Photosynthese muss hier nicht eingegangen werden, da es sich um leicht zugängliches Lehrbuchwissen handelt. Die globale CO_2 -Fixierung erfolgt fast ausschließlich durch die oxygene Photosynthese (von Pflanzen und photosynthetisch aktiven Bakterien). Pro Jahr werden unter den gegenwärtigen

Bedingungen etwa 123 Milliarden Tonnen Kohlendioxid von Pflanzen gebunden. Davon werden ca. 60 Milliarden Tonnen wieder durch Atmung freigesetzt, 63 Milliarden Tonnen werden in der Biomasse (CO_2 sink) sowie im Boden gebunden. Etwa 69%, also mehr als zwei Drittel, der photosynthetischen Primärproduktion entfallen auf die *terrestrischen* Pflanzen. Zur globalen Sauerstoffproduktion tragen die terrestrischen und die marinen Primärproduzenten etwa im selben Verhältnis bei.

Sauerstoffhaltige Atmosphäre als Grundlage für das heutige Leben auf dem festen Land

Bei der Photolyse des Wassers im Verlauf der Photosynthese entsteht Sauerstoff gewissermaßen als „Abfallprodukt“. Alle aeroben Organismen benötigen den Sauerstoff zur Energiegewinnung (Atmungskette). Wir haben die sauerstoffhaltige Atmosphäre also den photosynthetisch tätigen Organismen zu verdanken. Diese entstanden zunächst im Wasser (flüssiger UV-Filter!), da die frühe Erdatmosphäre die aggressive UV-Strahlung noch nicht absorbieren konnte. Der freigesetzte Sauerstoff wurde zunächst zur Oxidation von Fe(II) und Sulfid verbraucht, sein Anteil in der Atmosphäre stieg dann aber vor etwa 650 Millionen Jahren rasch an. Molekularer Sauerstoff (O_2) absorbiert UV-C vollständig, Ozon (O_3) absorbiert den größten Teil des UV-B, nur das relativ langwellige [und relativ energiearme] UV-A gelangt auf die Erdoberfläche. Unterhalb von ca. 230 nm ist die Ultraviolettstrahlung so energiereich, dass der molekulare Sauerstoff (O_2) in zwei freie Sauerstoffatome (O) gespalten wird. Diese Sauerstoffatome reagieren jeweils mit einem weiteren Molekül Sauerstoff (O_2) zu Ozon (O_3) weiter. Vor 750 bis 400 Millionen Jahren entwickelte sich der Özon-Schild in der Stratosphäre, der erst die Entwicklung des Lebens auf dem Land ermöglichte.

Historische Grundlagen

Die sog. neolithische Revolution war eine entscheidende Phase in der Entwicklung der Menschheit, in der produzierende und sesshafte Bauern die Jäger und Sammler ablösten. Ausgangspunkt war [für unseren Kulturkreis] der „Fruchtbare Halbmond“ im Nahen Osten ab etwa 10000 v. Chr. Mit der neolithischen Revolution und der Entwicklung des Ackerbaus sind die Entwicklung von Viehzucht, Keramikproduktion, Kupferverarbeitung, Tauschhandel und Arbeitsteiligkeit verbunden. Der frühe Ackerbau schuf erst die Voraussetzungen für die Gründung von Städten sowie auch für die Entwicklung der Schrift!

Vor mindestens 11000 Jahren entwickelte sich der Getreidebau im Bereich des Zweistromlandes von Euphrat und Tigris nördlich der Syrischen Wüste sowie an der levantinischen Küste und in Teilen Anatoliens. Die neue Technologie des

Ackerbaus erreichte um 6500 v. Chr. die Westküste Kleinasiens, wobei dann die Ausbreitung nach Nordwesten sehr schnell erfolgte, so kann sie um 6000 v. Chr. bereits für den Balkan nachgewiesen werden bald darauf auch in Mitteleuropa, wo mit den Linienbankkeramikern die älteste Bauernkultur nachweisbar ist. Die nördliche Lößgrenze in Mitteleuropa wurde ca. 5500 v. Chr. erreicht; bekannte Fundorte von bandkeramischen Siedlungen in der Braunschweiger Umgebung befinden sich z.B. in Rosdorf (Kr. Göttingen), Wittmar an der Asse (Kr. Wolfenbüttel) und Derenburg (Kr. Harz).

Welche Kulturpflanzen wurden in der Jungsteinzeit angebaut? Hierüber geben paläoethnobotanische Untersuchungen Auskunft: Emmer (*Triticum dicoccum*), Einkorn (*Triticum monococcum*), Dinkel (*Triticum aestivum* subsp. *spelta*), Gerste (*Hordeum*), Rispenhirse (*Panicum miliaceum*), Erbse (*Pisum sativum*), Linse (*Lens culinaris*), Lein (*Linum bienne*, *Linum usitatissimum*) sowie Mohn (*Papaver somniferum*).

Wie können wir uns diese rasante Ausbreitung des Ackerbaus vorstellen? Sind die frühen Bodenbauer wirklich vom Nahen Osten nach Nordwesten gewandert oder haben unterschiedliche Bevölkerungsgruppen ihr Wissen jeweils nur an die benachbarte Gruppe im Sinne eines Ideenexports weitergegeben? Während bislang die zweite Hypothese favorisiert wurde, zeigen Untersuchungen der genetischen Distanz zwischen frühneolithischen Bandkeramikern aus Derenburg und modernen Populationen in Europa und dem Nahen Osten die größte Ähnlichkeit zur heutigen Bevölkerung im östlichen Anatolien, im Iran sowie im Nordirak. Nach dem heutigen Stand der Forschung haben die frühen Ackerbauern keine genetischen Spuren in der lokalen Bevölkerung hinterlassen. Offensichtlich war die Neolithisierung in Mitteleuropa zunächst kein flächendeckender Prozess, da parallel zu den Ackerbauern andere Gruppen an ihrer alten Lebensweise festhielten (vgl. zusammenfassende Darstellung bei C. Meyer (2014): Menschliche Skelettfunde als Zeitzeugen der Vergangenheit: die ersten Bauern aus anthropologischer Perspektive. – Archäologie in Deutschland, So.H. 5: 79–86).

Wichtige Entwicklungssprünge der Landwirtschaft, die zur Erhöhung und Verbesserung der Pflanzenproduktion führten, können hier nur stichwortartig erwähnt werden:

- Dreifelderwirtschaft (seit dem Mittelalter): Brache – Winterfrucht – Sommerfrucht
- Einführung von gebietsfremden Kulturpflanzen
- Trennung von Wald und Weide (Anfang des 19. Jh.)
- Drainage
- Tiefpflügen
- Pflanzenzucht

- Künstliche Düngung
- Einsatz von Pestiziden
- Einsatz von biotechnologischen Methoden.

Welche Pflanzenvielfalt nutzen wir?

Weltweit gibt es ca. 300.000 Blütenpflanzenarten, nach einigen Schätzungen vielleicht sogar insgesamt 400.000 Pflanzenarten. 20.000 davon sollen in irgendeiner Weise vom Menschen genutzt werden. Kultiviert werden ca. 500 Nutzpflanzen, von denen lediglich sieben (Weizen, Reis, Mais, Kartoffel, Maniok, Zuckerrohr und Sojabohnen) als Grundnahrungsmittel der Weltbevölkerung dienen.

Tab. 1: Produktion von Nahrungspflanzen im Jahr 2009 (nach FAO 2011).

Zuckerrohr	1.661.251.000 t
Mais	818.823.000 t
Weizen	685.614.000 t
Reis	685.240.000 t
Kartoffel	329.581.000 t
Maniok	233.796.000 t
Sojabohne	223.185.000 t

Quelle: Lieberei & Reisdorff (2012): Nutzpflanzen. 4. Aufl. – Stuttgart.

Bei den Kulturpflanzen und dem Nutztvieh nimmt die Artenvielfalt insgesamt ab, ebenso die infraspezifische Diversität. Die Vielfalt der Produktionssysteme und das damit verbundene traditionelle, regional begrenzte und ortsspezifische Wissen gehen ebenfalls zurück. Mit der weltweit fortschreitenden Vereinheitlichung der Produktionsmethoden sind viele Züchtungen und Rassen zugunsten anderer, ertragreicherer und marktgängiger Rassen verloren gegangen. Auch manche wildlebende Verwandte unserer Nutzpflanzen sind vom Aussterben bedroht. Hier leisten die Genbanken einen wichtigen Beitrag, um das Aussterben von Kulturpflanzen (Generosion) und von mit ihnen verwandten Wildarten zu verhindern.

Ausblick in die Zukunft

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche auf der Erde umfasst 48.817.330 km² (9,6% der Erdoberfläche und damit ca. 1/3 der Landfläche). In semiariden Regionen gehen jedoch zunehmend Anbauflächen verloren. Nach Prognosen wird die Weltbevölkerung im Jahr 2050 mehr als 9 Milliarden Menschen umfassen. Laut *Pflanzenforschung.de* muss die globale Nahrungsproduktion dann um 70 bis 100% steigen, um die Menschheit ausreichend zu versorgen, dies trotz Klimawandel und Wasserknappheit. Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden auch bei Klimaerwärmung das östliche Nordamerika und Mitteleuropa (im weiteren Sinne) für die globale Nahrungsmittelproduktion unverzichtbar sein. Es ist daher sehr fraglich, ob wir uns wirklich die Zweckentfremdung von Ackerböden für den Anbau von Ausgangsstoffen für Biotreibstoffe leisten können.

Wesentliche Lösungsansätze sind vor allem von der Züchtungsforschung zu erwarten. Seit ca. 11.500 Jahren werden Felder bestellt, womit auch die Pflanzenzucht begann, denn keine unserer heutigen Nahrungspflanzen war damals in der „freien“ Natur zu finden. Das schmale genetische Spektrum der Nahrungspflanzen, die weltweit bedeutend sind, führt zu einer permanenten Suche nach alten Landrassen und Wildpflanzen, bzw. nach deren Genen, um Resistenzen zu erhalten bzw. zu erzeugen. Hieraus ergibt sich gleichermaßen die Forderung nach Erhaltung verwandter Arten unserer Kulturpflanzen in situ wie auch nach dem Ausbau von Genbanken.